

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月14日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-036638

出 願 人

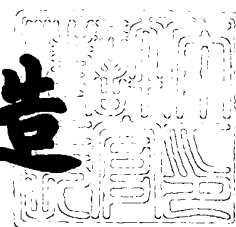
Applicant(s):

日本ビクター株式会社

2001年12月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3111841

【書類名】 特許願

【整理番号】 412001210

【提出日】 平成13年 2月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/08

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本
ビクター株式会社内

【氏名】 奥村 実紀雄

【特許出願人】

【識別番号】 000004329

【氏名又は名称】 日本ビクター株式会社

【代表者】 守随 武雄

【電話番号】 045-450-2423

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光偏向器及びその駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平板なミラーと、このミラーの外縁に一端を接続した細長い支持ビームと、この支持ビームの表面の上下位置に備えられ、この支持ビームに上下方向の反り変形を生じさせる駆動手段と、を有した光偏向器であって、

前記支持ビームは、前記ミラーの外縁に沿って備えられていることを特徴とする光偏向器。

【請求項 2】

前記支持ビームは、前記ミラーと同一平面内で、その外縁の周回方向に沿って備えられ、

前記駆動手段は、この周回方向に 4 等分割して得られる前記支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項 1 記載の光偏向器。

【請求項 3】

前記支持ビームは、2 本の同一形状の第 1 及び第 2 支持ビームからなり、これらの支持ビームが前記ミラーと同一平面内で、その外縁に沿い、かつ互いに 180° ずらして備えられ、

前記駆動手段は、この周回方向に 2 等分割して得られる前記第 1 及び前記第 2 の支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項 1 記載の光偏向器。

【請求項 4】

前記支持ビームは、4 本の同一形状の第 1 乃至第 4 の支持ビームからなり、これらの支持ビームが前記ミラーと同一平面内で、その外縁に沿い、かつ互いに 90° ずらし、1/4 周ずつずらして備えられ、

前記駆動手段は、この周回方向に 4 等分割して得られる前記第 1 乃至前記第 4 の支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項 1 記載の光偏向器。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 に記載の光偏向器を用い、

前記ミラーの中心に対して互いに対称に位置する前記駆動手段に与える印加電界が共にゼロおよび／または逆極性となるようにし、かつその絶対値が等しくなるように制御駆動することを特徴とする光偏向器の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ミラーを傾斜させて光偏向を行う光偏向器及びその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

光情報通信分野において、複数の光ファイバー間を必要に応じて光路の切り替えをするクロスコネクタ用スイッチとして光偏向器を適用したものがある。この場合、光偏向器は光ファイバーの数だけマトリクス状に配置される。

クロスコネクタ用の光偏向器には、小型で偏向角が大きく高速スイッチング性が要求される。かかる要求に応えた光偏向器として特開平 8 - 3 2 0 4 4 1 号公報に開示されたミラー偏向器がある。

【0003】

当該ミラー偏向器は、図 9 に示しようにミラー部 9 1 と、このミラー部 9 1 を一端で保持すると共に当該ミラー部 9 1 に偏向動作を付勢する圧電素子部 9 2 と、この圧電素子部 9 2 の他端部を固定する固定基板 9 3 とを備えている。

圧電素子部 9 2 は同一長さで同一形状の四本の圧電素子 9 2 a、9 2 b、9 2 c、9 2 d により構成されている。そして、この四本の圧電素子 9 2 a、9 2 b、9 2 c、9 2 d は、各々の圧電素子の伸縮方向に平行な側面のうちの二面を互いに異なる他の圧電素子の側面とループ状に接続し一体化されて全体的に柱状構造に形成されている。

【0004】

この従来技術になる光偏向器は次のように動作する。

圧電素子 9 2 a、9 2 b への印加電圧を圧電素子 9 2 c、9 2 d への印加電圧より大きくすると、ミラー部 9 1 は同図の θ 方向に偏向する。また、圧電素子 9 2 a、9 2 d への印加電圧を圧電素子 9 2 b、9 2 c への印加電圧より大きくすると、ミラー部 9 1 は ϕ 方向へ偏向する。このように、圧電素子 9 2 a、9 2 b、9 2 c、9 2 d への印加電圧を制御することにより、ミラー部 9 1 は θ 、 ϕ 方向の偏向が可能となる。

【0 0 0 5】

上記の光偏向器は、駆動点がミラーの中心部に集約されているので、ミラー偏向角を大きくすることができ、また高速なミラー偏向駆動が可能になるという特徴を有する。

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の従来技術になる光偏向器は、バルク型の光偏向器であるため、小型化が困難であり、光偏向器をマトリクス状に稠密に配列して形成することが困難である。

本発明は、懸かる問題を解決するためになされたものであり、マイクロマシニング技術を用いて作製することができる、小型で且つ少ないエネルギーでもって大きな偏向角の得られる光偏向器及びその駆動方法を提供することを目的とする。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】

本発明における第 1 の発明は、平板なミラーと、このミラーの外縁に一端を接続した細長い支持ビームと、この支持ビームの表面の上下位置に備えられ、この支持ビームに上下方向の反り変形を生じさせる駆動手段と、を有した光偏向器であって、前記支持ビームは、前記ミラーの外縁に沿って備えられていることを特徴とする光偏向器を提供する。

第 2 の発明は、前記支持ビームは、前記ミラーと同一平面内で、その外縁の周回方向に沿って備えられ、前記駆動手段は、この周回方向に 4 等分割して得られる前記支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項 1

記載の光偏向器を提供する。

第3の発明は、前記支持ビームは、2本の同一形状の第1及び第2支持ビームからなり、これらの支持ビームが前記ミラーと同一平面内で、その外縁に沿い、かつ互いに 180° ずらして備えられ、前記駆動手段は、この周回方向に2等分割して得られる前記第1及び前記第2の支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項1記載の光偏向器を提供する。

第4の発明は、前記支持ビームは、4本の同一形状の第1乃至第4の支持ビームからなり、これらの支持ビームが前記ミラーと同一平面内で、その外縁に沿い、かつ互いに 90° ずらし、 $1/4$ 周ずつずらして備えられ、前記駆動手段は、この周回方向に4等分割して得られる前記第1乃至前記第4の支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項1記載の光偏向器を提供する。

第5の発明は、請求項1乃至4に記載の光偏向器を用い、前記ミラーの中心に対して互いに対称に位置する前記駆動手段に与える印加電界が共にゼロおよび／または逆極性となるようにし、かつその絶対値が等しくなるように制御駆動することを特徴とする光偏向器の駆動方法を提供する。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図を参照して説明する。

図1は本発明の光偏向器の第1実施形態を示した概略斜視図である。

図1において、1は光偏向器であり、円盤状のミラー2と、板状の細長い支持ビーム3と、枠部4とを有し、支持ビーム3はミラー2と同一平面内であって、その外縁に沿って周回（図1では1周）して備えられ、その一端をミラー2の端部2aにおいて接続してこれを支持するとともに、他端を枠部4の接続部4aにおいて接続して保持されている。

【0009】

また、ミラー2の中心Oとミラー2の端部2aと結ぶ方向をX軸、中心Oを通りミラー2の面内でX軸に直交する方向をY軸としたとき、X軸及びY軸がミラー2の面を4分割して得られる第1象限に対応した支持ビーム3の表面領域3a

には駆動手段 5 a が、第 2 象限に対応した支持ビーム 3 の表面領域 3 b には駆動手段 5 b が、第 3 象限に対応した支持ビーム 3 の表面領域 3 c には駆動手段 5 c が、また、第 4 象限に対応した支持ビーム 3 の表面領域 3 d には、駆動手段 5 d が備えられている。なお、ミラー 2 の法線方向が Z 軸となる。

【 0 0 1 0 】

ここで、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d は、図 2 に示すように、正負電界の印加によって伸縮する圧電薄膜 5 1 を表裏面から電極 5 2 と電極 5 3 で挟持した構成を有しており、略同一の変形特性を呈するものである。また、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d に制御電圧を供給する図示せぬ配線は、支持ビーム 3 の表面に沿って備えられている。

上記構成を有する本発明の第 1 実施形態に係る光偏光器 1 は、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d を適当に制御することにより、支持ビーム 3 の所定領域にミラー 2 の法線方向への反り変形を生成させて、ミラー 2 に回転動作を生じさせるようにしたものである。

【 0 0 1 1 】

次に、本発明の第 1 実施形態に係る光偏向器の動作を、図 3 及び図 4 を参照して説明する。

図 3 は、本発明の光偏向器で偏向された光の投影領域を示したものであり、ここでは説明の便宜上 8 角形で示している。また、図 4 は、図 3 における投影位置とそのときの各駆動手段の駆動状態を示した図である。

図 3 において、0 と 1 を結ぶ軸（または、0 と 5 を結ぶ軸）は X 軸を示し、点 0 から点 1 を結ぶ方向は、+ X 方向を示す。また、0 と 3 を結ぶ軸（または、0 と 7 を結ぶ軸）は Y 軸を示し、点 0 から点 3 を結ぶ方向は、+ Y 方向を示す。

そして、上記 X 方向、Y 方向は共に図 1 における光偏光器 1 の X 方向、Y 方向と対応している。

【 0 0 1 2 】

図 4 において、+ 1 の表示は、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d に対して正の印加電界が与えられたことを示し、かつ圧電薄膜 5 1 が最大伸び変形を生成していることを示している。このとき、支持ビーム 3 の対応領域はその表面に駆動手

段を備えているため、バイメタルと同様の効果により裏面（ $-Z$ ）方向への反り変形を呈することとなる。また、 -1 の表示は、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d に対して負の印加電界が与えられたことを示し、かつ圧電薄膜 5 1 が最大縮み変形を生成していることを示している。このとき、支持ビーム 3 の対応領域は上記とは逆に表面（ $+Z$ ）方向への反り変形を呈することとなる。また、0 は印加電界が与えられておらず、支持ビーム 3 の対応領域はなんら変形していない状態を示している。

【0013】

本発明の第 1 実施形態に係る光偏向器は、支持ビーム 3 の 4 箇所の表面領域に備えた駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d を所定のルールに基づいて制御することにより、任意に傾斜軸を生成させ任意の方向への光偏向を可能にしたものである。

これについては、例えば、米国 ANSYS 社の解析ソフト ANSYS を用いた圧電－構造連成解析法により確認することができる。

【0014】

以下、上記解析結果を基に、本発明の第 1 実施形態に係る光偏光器の動作について図 1、図 3 及び図 4 を用いて詳細に説明する。

まず、図 3 において、光を中心 0 から点 1 に偏向する場合を説明する。この場合、図 4 に示すように、駆動手段 5 a、5 b は $+1$ （伸び変形）、駆動手段 5 c、5 d は -1 （縮み変形）で駆動される。このとき、駆動手段 5 a、5 b に対応する支持ビーム 3 の領域 3 a、3 b は裏面（ $-Z$ ）方向への反り変形を生成するため支持ビーム 3 の点 h は $-Z$ 値をとる。また、駆動手段 5 c、5 d に対応する支持ビーム 3 の領域 3 c、3 d は表面（ $+Z$ ）方向への反り変形を生成するため、支持ビーム 3 の点 f は $+Z$ 値をとることになる。

【0015】

その結果、図 1 に示す支持ビーム 3 の点 f 近傍部が最上点となり点 h 近傍部が最下点となるため、ミラー 2 は図 1 の Y 軸を中心として回転し、反射面を $+X$ 方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 1 方向に偏向されることになる。

なお、支持ビーム 3 における上記最上点および最下点の位置は、厳密言えばそれぞれ点 f、点 h ではなく駆動手段が配設された領域内に若干ずれているが、動作原理の理解を容易にするために、ここでは最上点および最下点をそれぞれ点 f、点 h と記した。以下、同様に取り扱って説明する。

【 0 0 1 6 】

次に、図 3 において、光を中心 0 から点 2 に偏向する場合には、駆動手段 5 b は +1（伸び変形）、駆動手段 5 d は -1（縮み変形）、また、駆動手段 5 a、5 c は 0（変形なし）で駆動される。このとき、駆動手段 5 b に対応する支持ビーム 3 の領域 3 b は裏面（-Z）方向への反り変形を、また、駆動手段 5 d に対応する支持ビーム 3 の領域 3 d は表面（+Z）方向への反り変形を生成する。また、駆動手段 5 a、5 c に対応する支持ビーム 3 の領域 3 a、3 c はなんら変形しない。

【 0 0 1 7 】

より具体的には、支持ビーム 3 の領域 3 d が +Z 方向に反るため点 e は +Z 値をとり、領域 3 c は変形しないから点 f は点 e と略同じ +Z 値を維持し、また領域 3 b が点 f を支点として -Z 方向に反るため点 g は -Z 値をとり、領域 5 a は変形しないから点 h は点 g と略同じ -Z 値を維持することとなる。その結果、ミラー 2 は図 1 の -45° 軸を中心として回転し、第 1 象限方向に反射面を向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 2 の方向に偏向されることになる。

【 0 0 1 8 】

また、図 3 において、光を中心 0 から点 3 に偏向する場合には、駆動手段 5 b、5 c は +1（伸び変形）、駆動手段 5 a、5 d は -1（縮み変形）で駆動される。このとき、駆動手段 5 b、5 c に対応する支持ビーム 3 の領域 3 b、3 c は裏面（-Z）方向への反り変形を、駆動手段 5 a、5 d に対応する支持ビーム 3 の領域 3 a、3 d は表面（+Z）方向への反り変形を生成する。

【 0 0 1 9 】

より具体的には、支持ビーム 3 の領域 3 d は +Z 方向に反るため点 e は +Z 値をとり、領域 5 c は点 e を支点として -Z 方向に反るため点 f は略ゼロレベルの

位置となる。また、領域 3 b は点 f を支点として -Z 方向にそるため点 g は -Z 値をとる。そして、領域 3 a は点 g を支点として +Z 方向に反るため点 h は略ゼロレベルの位置になる。この結果、点 e 近傍部が最上点で点 g 近傍部が最下点となり、ミラー 2 は図 1 の X 軸を中心として回転し反射面を +Y 方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 3 の方向に偏向されることになる。

【0 0 2 0】

さらにまた、図 3 において、光を中心 0 から点 4 に偏向する場合には、駆動手段 5 b、5 d は 0（変形なし）、駆動手段 5 a は -1（縮み変形）、駆動手段 5 c は +1（伸び変形）で駆動される。この場合、駆動手段 5 a に対応する支持ビーム 3 の領域 3 a は表面（+Z）方向への反り変形を、駆動手段 5 c に対応する支持ビーム 3 の領域 3 c は裏面（-Z）方向への反り変形を生成する。また、駆動手段 5 b、5 d に対応する支持ビーム 3 の領域 3 b、3 d は変形しない。

【0 0 2 1】

より具体的には、支持ビーム 3 の領域 3 d は変形しないから点 e は略ゼロレベルの位置にあり、領域 3 c は点 e を支点に -Z 方向に反るため点 f は -Z 値をとる、領域 3 b は変形しないから点 g は点 f の -Z 値を維持する。また、領域 3 a は +Z 方向に反るため点 h は +Z 値をとる。その結果、ミラー 2 は図 1 の +45° 軸を中心として回転し、第 2 象限方向に反射面を向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 4 の方向に偏向されることになる。

【0 0 2 2】

また、図 3 の点 5、点 6、点 7、点 8 方向への光の偏向は、上記点 1、点 2、点 3、点 4 方向への偏向における制御と逆位相の制御により達成できる。

以上詳述したように、各駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d に対して図 4 に示す制御を行うことにより、光を図 3 の 8 点方向に偏向することが可能となる。

さらに、各駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d の変形量を適当に制御すれば、図 3 の 8 角形で示した投影領域内の任意の点に光を偏向させることも可能である。

【0 0 2 3】

例えば、図 3 における点 1 と点 2 の中間位置への光の偏向は、圧電薄膜 5 1 の

伸縮変形量を調節制御して、駆動手段 5 a を + 0. 5 で、また、駆動手段 5 c を - 0. 5 で駆動すれば可能となる。

【 0 0 2 4 】

なお、上記ミラーの回動駆動において注意すべき点は、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d に対する印加電界（圧電薄膜 5 1 の変形量に比例）が、ミラー 2 の中心に対して互いに点対称の関係に位置する上記駆動手段 5 a と 5 c、及び 5 b と 5 d に対しては、共にゼロまたは逆極性となるように与えるとともに、その絶対値が等しくなるようにすることが必要である。このルールを無視した場合には、ミラー 2 は回転動作を呈するものの、当該ミラー 2 の Z 方向への動きを伴う暴れ現象を生成し、安定した偏向動作をさせることができない。

【 0 0 2 5 】

本発明者が解析した第 1 実施形態の光偏向器のモデルは、支持ビーム及びミラーの材質を 1 5 μ m 厚のポリシリコンとし、ミラー径を ϕ 5 0 0 μ m、支持ビーム幅を 3 0 0 μ m、また駆動手段として 2 μ m 厚のチタン・ジルコン酸鉛（P Z T）圧電薄膜としたものである。この場合、駆動電圧が \pm 5 V のとき、ミラー傾斜角として \pm 2°（光偏向角 8°）が確認された。

【 0 0 2 6 】

本発明の第 1 実施形態は、上記したように 1 本の支持ビームでミラーを支持し、支持ビーム 3 の 4 分割領域 3 a、3 b、3 c、3 d にそれぞれ備えた駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d の変形量を制御してミラー 2 を任意の方向に傾斜させることができる 2 次元走査の光偏向器 1 である。

ミラー 2 の回動は 1 本の支持ビーム 3 の変形により生成されるために、支持ビーム 3 にはその変形に抗する反力の発生がなく、それ故、小さなエネルギーで大きなミラー傾斜角を得ることができ高効率な光偏向器 1 を提供することができる。

【 0 0 2 7 】

なお、上記本発明の第 1 実施形態は、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d を支持ビーム 3 の表面に設けたものであるが、裏面に設けても同様の動作を行わせることができる。但し、この場合には、駆動制御は上述の例とは逆極性で実行される。

また、上記の駆動手段は圧電薄膜を用いたものであるが、熱膨張差を利用したり形状記憶合金等のような手段により、支持ビーム 3 に上下の反り変形を生成させることができるものであれば如何なるものであってもかまわない。

【 0 0 2 8 】

次に、本発明の第 2 実施形態を図 3、図 5 及び図 6 を参照して説明する。

図 5 は、本発明の第 2 実施形態に係る光偏向器の構成を示した概略斜視図である。図 1 と同一の要素については同一の符号を用いて示す。

図 5 において、10 は光偏向器であり、円盤状のミラー 2 を 2 点で支持する 2 本の板状の細長い支持ビーム 11、12 と、枠部 4 により構成される。

上記 2 本の支持ビーム 11、12 は、ミラー 2 と同一平面上にあってその外縁に沿って互いに同方向に半周して備えられ、それぞれその一端を互いに中心対称をなすミラー端部 2b、2c に接続してミラー 2 を支持するとともに、他端を枠部 4 の接続部 4b、4c に接続して保持される。

【 0 0 2 9 】

また、支持ビーム 11、12 は、ミラー端部 2b、2c を結ぶ直線（Y 軸）と、ミラー中心 O を通りこの直線に直交する他の直線（X 軸）によって等分割された 4 つの表面領域 11a、11b、12a、12b にそれぞれ駆動手段 13a、13b、14a、14b を備えている。ここで、駆動手段 13a、13b、14a、14b は、図 2 示した駆動手段と同様に圧電薄膜を電極で挟持した構成を有している。

【 0 0 3 0 】

次に、本発明の第 2 実施形態の光偏向器 10 の動作について説明する。

図 6 の関係も発明者が解析により見出した結果に基づくものである。なお、本発明の第 1 実施形態と同様に、図 3 に示す X 方向、Y 方向は、図 5 における光偏向器 10 の X 方向、Y 方向と対応している。

【 0 0 3 1 】

先ず、図 3 における点 1 へ光偏向を行う場合には、駆動手段 13a、14a を +1（伸び変形）で、駆動手段 13b、14b を -1（縮み変形）で駆動するこ

とにより達成できる。この場合、駆動手段 1 3 a に対応する支持ビーム 1 1 の領域 1 1 a と、駆動手段 1 4 a に対応する支持ビーム 1 2 の領域 1 2 a は裏面（-Z）方向への反り変形を生成し、駆動手段 1 3 b に対応する支持ビーム 1 1 の領域 1 1 b と、駆動手段 1 4 b に対応する支持ビーム 1 2 の領域 1 2 b は表面（+Z）方向への反り変形を生成する。

【 0 0 3 2 】

具体的には、領域 1 1 a が -Z 方向に反るため支持ビーム 1 1 の点 i は -Z 値を取り、領域 1 1 b が点 i を支点として +Z 方向に反るから点 j は略ゼロレベルの位置になる。一方、領域 1 2 b が +Z 方向に反るため支持ビーム 1 2 の点 k は +Z 値を取り、領域 1 2 a が点 k を支点として -Z 方向に反るため点 n は略ゼロレベルの位置となる。その結果、点 i 近傍部が最下点となり、点 k 近傍部が最上点となるため、ミラー 2 は Y 軸を中心に回転し、反射面を +X 方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 1 の方向に偏向されることになる。

【 0 0 3 3 】

また、図 3 における点 2 へ光偏向を行う場合には、駆動手段 1 3 a、1 4 b を 0（変形なし）とし、駆動手段 1 3 b を -1（縮み変形）で、駆動手段 1 4 a を +1（伸び変形）で駆動することにより達成できる。この場合、駆動手段 1 3 b に対応する支持ビーム 1 1 の領域 1 1 b は表面（+Z）方向への反り変形を生成し、駆動手段 1 4 a に対応する支持ビーム 1 2 の領域 1 2 a は裏面（-Z）方向への反り変形を生成する。また、駆動手段 1 3 a、1 4 b に対応する支持ビーム 1 1、1 2 の領域 1 1 a、1 2 b は変形しない。

【 0 0 3 4 】

従って、支持ビーム 1 1 の点 i は領域 1 1 a が変形しないため略ゼロレベルの位置にあり、領域 1 1 b が点 i を支点として +Z 方向に反るため点 j は +Z 値をとる。また、支持ビーム 1 2 の点 k は領域 1 2 b が変形しないため略ゼロレベルの位置にあり、領域 1 2 a が点 k を支点として -Z 方向に反るため点 n は -Z 値をとる。この結果、ミラー 2 は、X 軸に対して -45° をなす方向を中心に回転し、反射面を第 1 象限方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射

光は点 2 の方向に偏向されることになる。

【 0 0 3 5 】

また、図 3 における点 3 へ光偏向を行う場合には、駆動手段 1 3 a、1 3 b を - 1（縮み変形）で、駆動手段 1 4 a、1 4 b を + 1（伸び変形）で駆動することにより達成できる。この場合、駆動手段 1 3 a、1 3 b に対応する支持ビーム 1 1 の領域 1 1 a、1 1 b は表面（+ Z）方向への反り変形を生成し、駆動手段 1 4 a、1 4 b に対応する支持ビーム 1 2 の領域 1 2 a、1 2 b は裏面（- Z）方向への反り変形を生成する。

【 0 0 3 6 】

従って、この場合、支持ビーム 1 1 の領域 1 1 a、1 1 b が共に + Z 方向に反るため、点 j 近傍部は最上点となる。一方、支持ビーム 1 2 の領域 1 2 a、1 2 b が共に - Z 方向に反るため点 n 近傍部は最下点となる。その結果、ミラー 2 は X 軸を中心に回転し、反射面を + Y 方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 3 の方向に偏向されることになる。

【 0 0 3 7 】

また、図 3 における点 8 へ光偏向を行う場合には、駆動手段 1 3 a を + 1（伸び変形）で、駆動手段 1 4 b を - 1（縮み変形）で、駆動手段 1 3 b、1 4 a を 0（変形なし）で駆動することにより達成できる。この場合、駆動手段 1 3 a に対応する支持ビーム 1 1 の領域 1 1 a は裏面（- Z）方向への反り変形を生成し、駆動手段 1 4 b に対応する支持ビーム 1 2 の領域 1 2 b は表面（+ Z）方向への反り変形を生成する。また、駆動手段 1 3 b、1 4 a に対応する支持ビーム 1 1、1 2 の領域 1 1 b、1 2 a は変形を生成しない。

【 0 0 3 8 】

従って、この場合、支持ビーム 1 1 の領域 1 1 b が - Z 方向に反るため、点 i は - Z 値をとり、領域 1 1 b が変形しないため点 j は点 i と略同じ - Z 値となる。一方、支持ビーム 1 2 の領域 1 2 b が + Z 方向に反るため点 k は + Z 値をとり、領域 1 2 b が変形しないため点 n は点 k と略同じ + Z 値となる。その結果、ミラー 2 は + 4 5° 軸を中心に回転し、反射面を第 4 象限方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 8 の方向に偏向されることになる。

【 0 0 3 9 】

他の方向への光偏向は、同様にして駆動手段 1 3 a、1 3 b、1 4 a、1 4 b の変形をそれぞれ適当に制御することにより達成される。さらに、駆動手段 1 3 a、1 3 b、1 4 a、1 4 b の変形量をそれぞれ適当に制御すれば 2 次元走査領域内の任意の点へ光を偏向することが可能となる。

【 0 0 4 0 】

なお、駆動手段 1 3 a、1 3 b、1 4 a、1 4 b の制御における注意点は、本発明の第 1 実施形態の説明と同様であるので、ここでの説明は割愛する。

本発明の第 2 実施形態の光偏向器は、上述したように、ミラー 2 の外周に沿ってそれぞれ同方向に半周して備えた 2 本の支持ビーム 1 1、1 2 でミラー 2 を支持し、各支持ビーム 1 1、1 2 についてその 2 等分割領域に電圧制御で伸縮変形動作をなす圧電薄膜 5 1 からなる駆動手段 1 3 a、1 3 b、1 4 a、1 4 b を備えたものである。

【 0 0 4 1 】

狭い領域においても支持ビーム 1 1、1 2 を長く形成することができるので、小さな駆動エネルギーで大きなミラー傾斜角を得ることができ、高効率な光偏向器が提供できる。

本発明の第 2 実施形態もその駆動手段 1 3 a、1 3 b、1 4 a、1 4 b は圧電薄膜 5 1 を用いた場合を例に説明したが、本発明の第 1 実施形態と同様にこれに限定されるものでない。

【 0 0 4 2 】

次に、本発明の第 3 実施形態について図 3、図 7 及び図 8 を用いて説明する。

図 7 は、本発明の第 3 実施形態に係る光偏光器の概略斜視図である。図 1 と同一の要素については同一の符号を用いて示す。

図 7 において、2 0 は光偏向器であり、円盤状のミラー 2 を 4 点で支持する 4 本の板状の細長い支持ビーム 2 1、2 2、2 3、2 4 と、枠部 4 により構成される。

【 0 0 4 3 】

上記 4 本の支持ビーム 2 1、2 2、2 3、2 4 は、ミラー 2 と同一平面上にあ

ってその外縁に沿って互いに同方向に $1/4$ 周して備えられ、それぞれその一端を互いに 90° づつずれたミラー端部 2 a、2 b、2 c、2 d に接続してミラー 2 を支持するとともに、他端を枠部 4 の接続部 4 a、4 b、4 c、4 d に接続して保持される。また、支持ビーム 2 1、2 2、2 3、2 4 は、それぞれその表面領域 2 1 a、2 2 a、2 3 a、2 4 a にそれぞれ駆動手段 2 5、2 6、2 7、2 8 を備えている。ここで、駆動手段 2 5、2 6、2 7、2 8 は、図 2 示した駆動手段と同様に圧電薄膜を電極で挟持した構成を有している。

【0044】

次に、本発明の第 3 実施形態の動作について説明する。

ここで、上記ミラー 2 の端部 2 a、2 d を結ぶ直線を X 軸とし、端部 2 b、2 c を結ぶ直線を Y 軸とする。そして、これら X 軸、Y 軸は図 3 の座標軸と対応させて以下の説明を行う。また、ミラー 2 の法線方向を Z 軸と設定する。

図 8 の関係も、発明者が解析により見出した結果に基づくものである。

先ず、図 3 における点 1 へ光偏向を行う場合には、駆動手段 2 5 を +1（伸び変形）で、駆動手段 2 7 を -1（縮み変形）で、また駆動手段 2 6、2 8 は 0（変形なし）で駆動することにより達成することができる。

【0045】

この場合、駆動手段 2 5 に対応する支持ビーム 2 1 の領域 2 1 a は裏面（-Z）方向への反り変形を生成するためミラー端部 2 a は -Z 値をとる。また、駆動手段 2 7 に対応する支持ビーム 2 3 の領域 2 3 a は表面（+Z）方向への反り変形を生成するためミラー端部 2 d は +Z 値をとる。一方、駆動手段 2 6、2 7 は変形しないためそれぞれのミラー端部 2 c、2 b は略ゼロレベルにある。その結果、ミラー端部 2 a が最下点となり、ミラー端部 2 d が最上点となるため、ミラー 2 は Y 軸を中心に回転し、反射面を +X 方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 1 の方向に偏向されることになる。

【0046】

また、図 3 における点 2 へ光偏向を行う場合には、駆動手段 2 5、2 6 を +1（伸び変形）で、駆動手段 2 7、2 8 を -1（縮み変形）で駆動することにより達成できる。この場合、駆動手段 2 5 に対応する支持ビーム 2 1 の領域 2 1 a 及

び支持ビーム 2 2 の領域 2 2 a は裏面 ($-Z$) 方向への反り変形を生成するため、ミラー端部 2 a、2 c は $-Z$ 値をとる。また、駆動手段 2 7 に対応する支持ビーム 2 3 の領域 2 3 a 及び駆動手段 2 8 に対応する支持ビーム 2 4 の領域 2 4 a は、表面 ($+Z$) 方向への反り変形を生成するためミラー端部 2 d、2 b は $+Z$ 値をとることになる。その結果、ミラー 2 は -45° 軸を中心に回転し、反射面を第 1 象限方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 2 の方向に偏向されることになる。

【 0 0 4 7 】

また、図 3 における点 3 へ光偏向を行う場合には、駆動手段 2 6 を $+1$ (伸び変形) で、駆動手段 2 8 を -1 (縮み変形) で、また駆動手段 2 5、2 7 は 0 (変形せず) で駆動することにより達成することができる。この場合、駆動手段 2 6 に対応する支持ビーム 2 2 の領域 2 2 a は、裏面 ($-Z$) 方向への反り変形を生成するためミラー端部 2 c は $-Z$ 値をとることになる。また、駆動手段 2 8 に対応する支持ビーム 2 4 の領域 2 4 a は、表面 ($+Z$) 方向への反り変形を生成するためミラー端部 2 b は $+Z$ 値をとる。

【 0 0 4 8 】

さらにまた、駆動手段 2 5、2 7 にそれぞれ対応した支持ビーム 2 1、2 3 は変形しないからミラー端部 2 a、2 d は略ゼロレベルにある。その結果、ミラー端部 2 c が最下点となりミラー端部 2 b が最上点となって、ミラー 2 は X 軸を中心に回転し、反射面を $+Y$ 方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 3 の方向に偏向されることになる。

【 0 0 4 9 】

また、図 3 における点 8 へ光偏向を行う場合には、駆動手段 2 5、2 8 を $+1$ (伸び変形) で、駆動手段 2 6、2 7 を -1 (縮み変形) で駆動することにより達成することができる。この場合、駆動手段 2 5、2 8 にそれぞれ対応する支持ビーム 2 1 の領域 2 1 a 及び支持ビーム 2 4 の領域 2 4 a は、裏面 ($-Z$) 方向への反り変形を生成するためミラー端部 2 a、2 b は $-Z$ 値をとることになる。また、駆動手段 2 6、2 7 にそれぞれ対応する支持ビーム 2 2 の領域 2 2 a 及び支持ビーム 2 3 の領域 2 3 a は、表面 ($+Z$) 方向への反り変形を生成するため

ミラー端部 2 c、2 d は + Z 値をとる。

【 0 0 5 0 】

その結果、ミラー 2 は + 4 5 ° 軸を中心に回転し、反射面を第 4 象限方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー 2 における反射光は点 8 の方向に偏向されることになる。

他の方向への光偏向は、同様にして駆動手段 2 5、2 6、2 7、2 8 の変形をそれぞれ適当に制御することにより達成される。さらに、2 5、2 6、2 7、2 8 の変形量をそれぞれ適当に制御すれば 2 次元走査領域内の任意の点へ光を偏向することが可能となる。

【 0 0 5 1 】

なお、駆動手段 2 5、2 6、2 7、2 8 の制御における注意点は、第 1 実施形態の説明と同様であるので、ここでの説明は割愛する。

本発明の第 3 実施形態の光偏向器 2 0 は、上述したように、ミラー 2 の外周に沿ってそれぞれ同方向に 1 / 4 周して備えた 4 本の支持ビーム 2 1、2 2、2 3、2 4 でミラー 2 を支持し、各支持ビーム 2 1、2 2、2 3、2 4 の表面に電圧制御で伸縮変形動作をなす圧電薄膜 5 1 からなる駆動手段 2 5、2 6、2 7、2 8 を備えたものである。狭い領域においても支持ビームを長く形成することができるので、小さな駆動エネルギーで大きなミラー傾斜角を得ることができ、高効率な光偏向器を提供することができる。

【 0 0 5 2 】

本発明の第 3 実施形態においてもその駆動手段 2 1、2 2、2 3、2 4 が圧電薄膜 5 1 である場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。

また、本発明の光偏向器は、マイクロマシニング技術を適用して作製することができるため、1 枚のウエハ内にマトリクス状に複数配列して形成することも可能であることから、複数の通信用光ファイバーの光路を切替えるためのクロスコネクタ用光スイッチにも適用可能である。

【 0 0 5 3 】

【発明の効果】

以上のように、本発明の光偏向器は、平板なミラーと、このミラーの外縁に一

端を接続した細長い支持ビームと、この支持ビームの表面の上下位置に備えられ、この支持ビームに上下方向の反り変形を生じさせる駆動手段と、を有した光偏向器であって、前記支持ビームは、前記ミラーの外縁に沿って備えられているので、狭い領域においても支持ビームを長く形成することができ、小さな駆動エネルギーでもって大きなミラー傾斜角を得るという、高効率の光偏向器を得ることができる。

また、本発明の光偏向器は、マイクロマシニング技術を適用して作成することができるので小型化が容易であると共に、複数の光偏向器をマトリクス状に配置して形成した光通信用のクロスコネクトスイッチとして適用することができる。

さらにまた、ミラー中心に対して互いに対称の位置にある駆動手段に対して共にゼロまたは逆極性であって、かつ絶対値の等しい印加電界を与えることにより、ミラーに安定した回動動作を行われることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態の概略構成を示した斜視図である。

【図 2】

本発明に適用される駆動手段の概略構成を示した分解斜視図である。

【図 3】

光偏器によって偏向された光の投影領域を示す図である。

【図 4】

本発明の第 1 実施形態における光の偏向方向と各駆動手段の駆動状態との関係を説明するための図である。

【図 5】

本発明の第 2 実施形態の概略構成を示した斜視図である。

【図 6】

第 2 実施形態における光の偏向方向と各駆動手段の駆動状態との関係を説明するための図である。

【図 7】

本発明の第 3 実施形態の概略構成を示した斜視図である。

【図 8】

第 3 実施形態における光の偏向方向と各駆動手段の駆動状態との関係を説明するための図である。

【図 9】

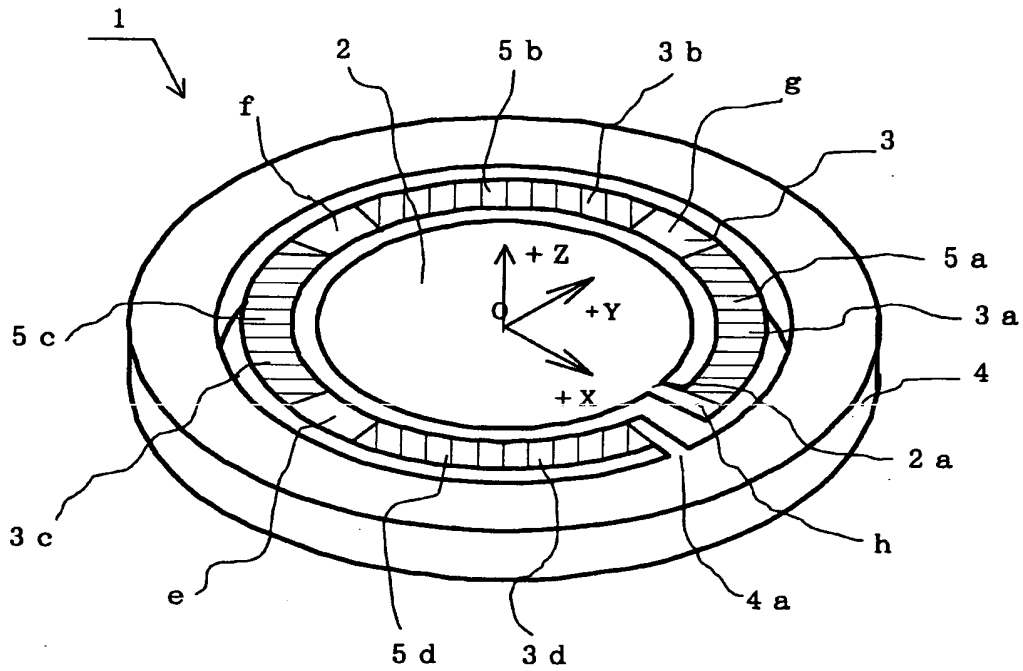
従来技術になる光偏向器の概略斜視図である。

【符号の説明】

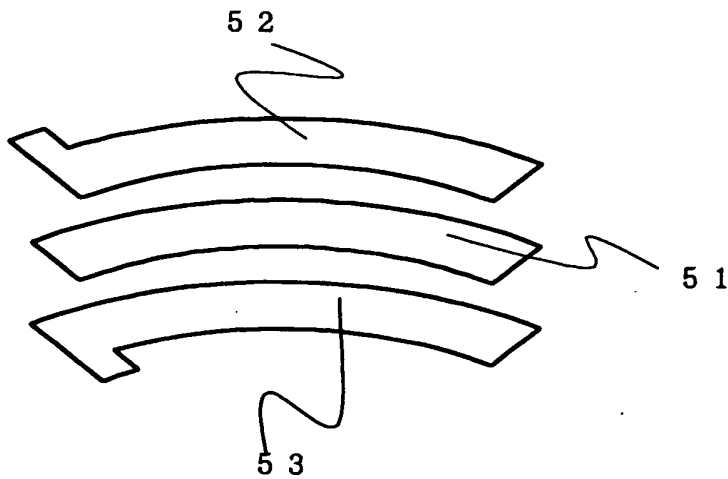
1, 10, 20…光偏向器、2…ミラー、2a, 2b, 2c, 2d…ミラー端部、3, 11, 12, 21, 22, 23, 24…支持ビーム、4…枠部、5a, 5b, 5c, 5d, 13a, 13b, 14a, 14b, 25, 26, 27, 28…
駆動手段

【書類名】 図面

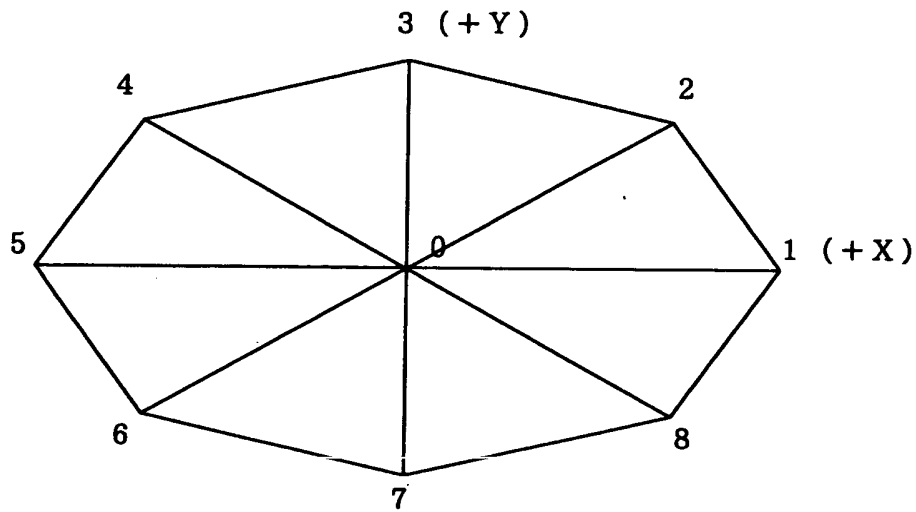
【図1】



【図2】



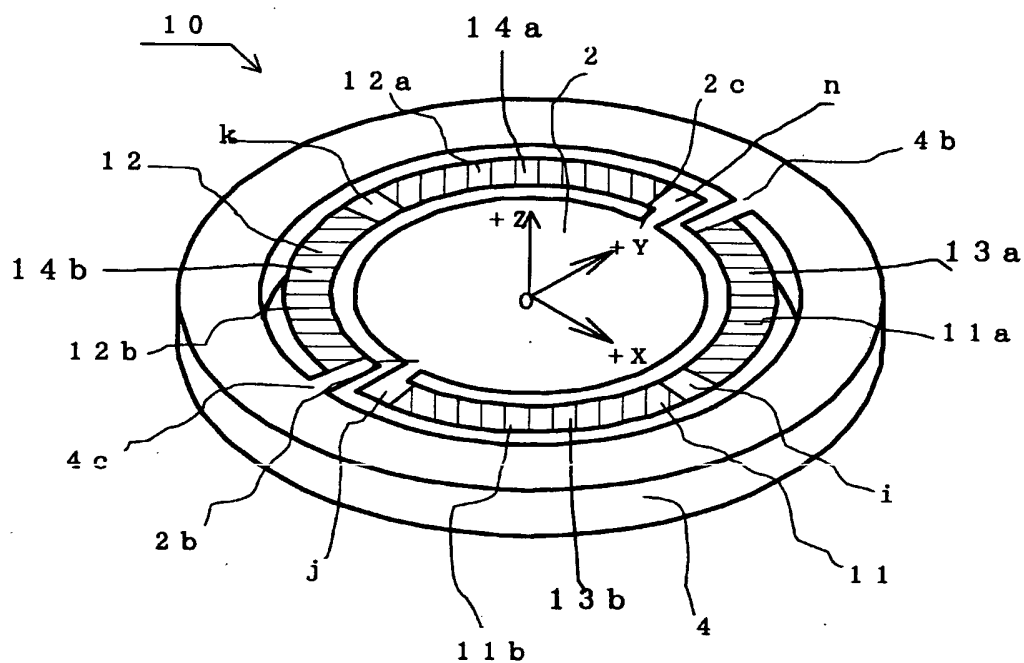
【図 3】



【図 4】

図 3 投影位置	1	2	3	4	5	6	7	8
	各駆動手段の駆動状態							
駆動手段 5 a	+ 1	0	- 1	- 1	- 1	0	+ 1	+ 1
駆動手段 5 b	+ 1	+ 1	+ 1	0	- 1	- 1	- 1	0
駆動手段 5 c	- 1	0	+ 1	+ 1	+ 1	0	- 1	- 1
駆動手段 5 d	- 1	- 1	- 1	0	+ 1	+ 1	+ 1	0

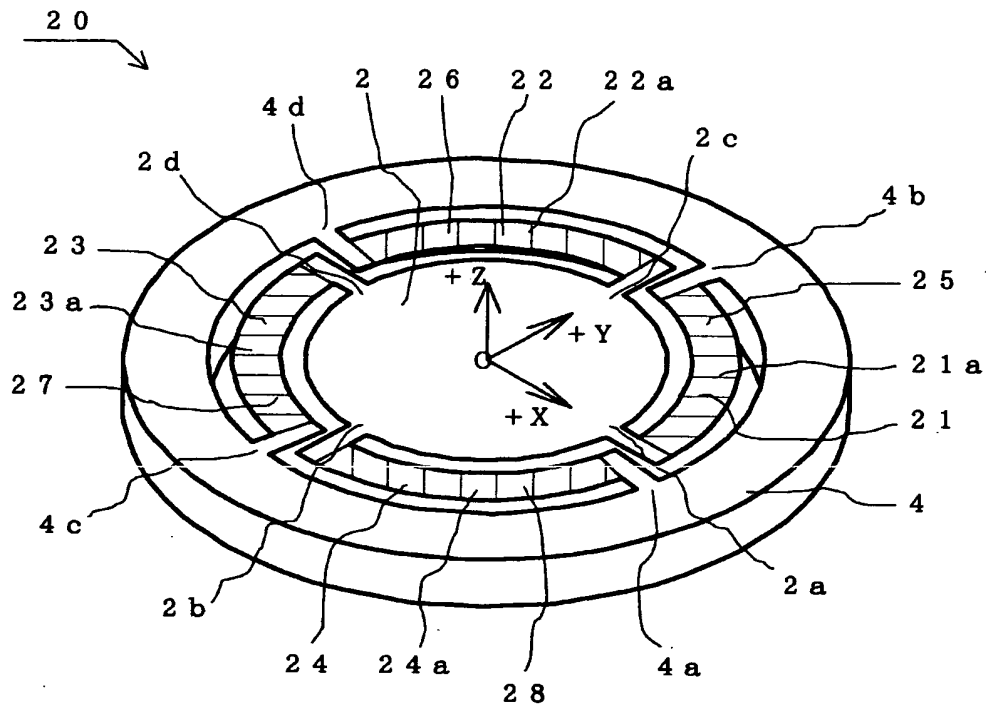
【図5】



【図6】

図3 投影位置	1	2	3	8
	駆動手段の駆動状態			
駆動手段 13 a	+1	0	-1	+1
駆動手段 13 b	-1	-1	-1	0
駆動手段 14 a	+1	+1	+1	0
駆動手段 14 b	-1	0	+1	-1

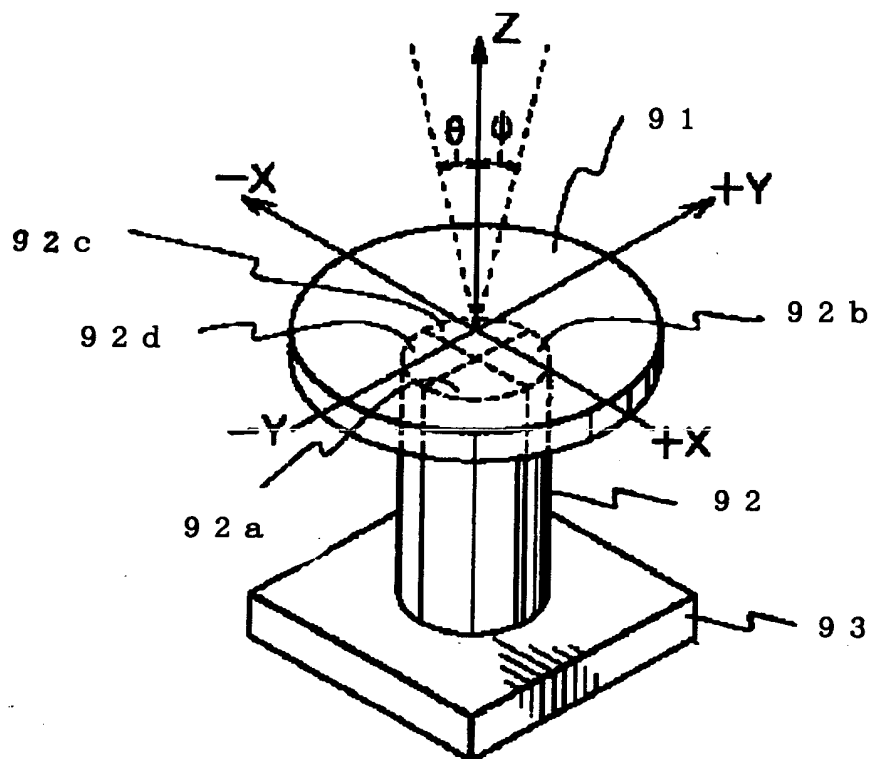
【図7】



【図8】

図3 投影位置	1	2	3	8
	駆動手段の駆動状態			
駆動手段 25	+1	+1	0	+1
駆動手段 26	0	+1	+1	-1
駆動手段 27	-1	-1	0	-1
駆動手段 28	0	-1	-1	+1

【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マイクロマシニング技術を用いて作製することができる、小型で且つ少ないエネルギーでもって大きな偏向角の得られる光偏向器及びその駆動方法を提供するを提供する。

【解決手段】 平板なミラー 2 と、このミラー 2 の外縁に一端を接続した細長い支持ビーム 3 と、この支持ビーム 3 の表面の上下位置に備えられ、この支持ビーム 3 に上下方向の反り変形を生じさせる駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d と、を有した光偏向器 1 であって、支持ビーム 3 は、ミラー 2 の外縁に沿って備えられている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004329]

1. 変更年月日 1990年 8月 8日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
氏 名 日本ビクター株式会社